

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :

2 804 443

(21) N° d'enregistrement national :

00 01074

(51) Int Cl⁷: C 23 C 2/40 // C 23 C 2/06

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

② Date de dépôt : 28.01.00.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : USINOR Société anonyme — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 03.08.01 Bulletin 01/31.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

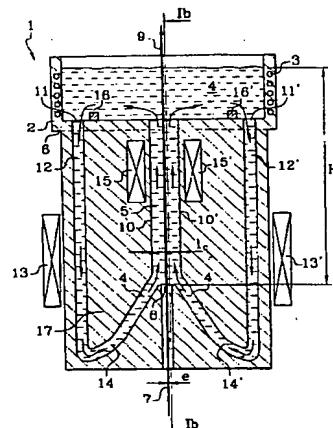
(72) Inventeur(s) : DAUBIGNY ALAIN, PIERRET RENE,
ANDERHUBER MARC, GARDIN PASCAL, NICOLLE
REMY et HUG PATRICK.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

54 DISPOSITIF DE REVETEMENT AU TREMPE PAR UN METAL LIQUIDE D'UNE BANDE METALLIQUE EN DEFILEMENT ASCENDANT.

(57) L'invention concerne un dispositif de revêtement au trempé de bandes métalliques (7) en défilement ascendant par une couche (9) d'un métal (4) initialement à l'état liquide, du type comportant un mini-creuset (1), pourvu de moyens de chauffage (3), renfermant ledit métal liquide (4), ledit mini-creuset (1) étant composé d'un bac (2) et d'un chenal (5) de largeur intérieure (1c) connecté au fond (6) du bac (2), le fond dudit chenal (5) étant muni d'une fente (8) de dimensions légèrement supérieures à la largeur (1) et à l'épaisseur (e) de la bande (7) à revêtir, ledit chenal (5) étant pourvu de moyens de mise en lévitation du métal liquide (4) empêchant sa fuite à travers la fente (8), caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par des moyens d'injection dudit métal liquide (4) dans le chenal (5) sur la périphérie de ladite fente (8) et selon une direction ascendante.



FR 2 804 443 - A1



DISPOSITIF DE REVETEMENT AU TREMPE PAR UN METAL LIQUIDE D'UNE BANDE METALLIQUE EN DEFILEMENT ASCENDANT

5 L'invention concerne le revêtement au trempé des bandes métalliques en défilement. Elle s'applique, en particulier, à la galvanisation des bandes d'acier par passage dans un récipient contenant un bain liquide de zinc ou d'alliage de zinc.

10 Les installations de galvanisation des bandes d'acier en défilement comportent traditionnellement un récipient contenant l'alliage de zinc à l'état liquide. La bande pénètre dans le bain d'alliage de zinc en traversant la surface dudit bain selon une direction oblique descendante, puis est orientée selon une direction verticale ascendante par un ou des rouleaux immergés dans le bain. Elle sort du bain selon cette même direction verticale ascendante et passe ensuite dans des dispositifs, tels que des buses d'essorage, chargés de refroidir le revêtement et d'égaliser son épaisseur. De tels dispositifs ont pour principaux inconvenients :

- 15 - de nécessiter l'emploi de récipients de grandes dimensions, renfermant une masse importante d'alliage de zinc devant être chauffé pour le maintenir à l'état liquide, ce qui est coûteux en énergie ;
- d'imposer aux rouleaux qui orientent la bande verticalement une immersion dans le bain d'alliage de zinc liquide, donc des conditions d'utilisation difficiles qui rendent leur construction complexe.

20 Ces dernières années, on a étudié le développement d'installations de galvanisation qui résolvent ces inconvenients. Elles comportent un récipient chauffé renfermant l'alliage de zinc liquide, composé de deux parties superposées. La partie inférieure du récipient (appelée « chenal ») a une section transversale rectangulaire, dont les dimensions sont généralement de peu supérieures à la largeur et à l'épaisseur de la bande à revêtir. La partie supérieure du récipient a une section transversale plus importante, donc une forme évasée par rapport au chenal. L'ensemble du récipient forme un « mini-creuset », appelé ainsi en raison de sa capacité totale nettement inférieure à celle des récipients de galvanisation habituels. La bande pénètre dans le mini-creuset à travers une fente ménagée dans le fond du chenal, les dimensions de cette fente étant très légèrement supérieures à la largeur et à l'épaisseur de la bande. La hauteur totale du mini-creuset permet à l'ensemble du bain liquide d'avoir une profondeur telle que la bande le traverse sur une longueur assurant son revêtement par une couche d'alliage de zinc ayant l'épaisseur habituelle en galvanisation. A l'extérieur du chenal et de part et d'autre de ses parois de plus grandes dimensions, le mini-creuset est flanqué par des inducteurs à champ glissant qui créent à l'intérieur du bain présent dans le chenal des forces électromagnétiques maintenant l'alliage de zinc en lévitation. Cette lévitation empêche le bain de s'écouler hors du chenal par l'espace étroit laissé libre entre la bande et la périphérie de la fente. Les inducteurs agissent donc comme une vanne électromagnétique qui serait constamment en position fermée. Leurs culasses ont,

généralement, une largeur supérieure à celle du chenal, de manière à ce que leur action s'exerce assurément de manière suffisante sur l'ensemble de la largeur de la section du chenal, en particulier sur l'ensemble de la largeur de la fente. Un exemple de telle installation est décrit, notamment, dans les documents WO94/13850 et WO 93/18198. Dans certains cas, on peut également prévoir, au contraire, que le chenal ait une largeur sensiblement plus importante que celles de la bande et des culasses des inducteurs, de manière à autoriser la formation de boucles de recirculation à l'intérieur du bain liquide présent dans le chenal. Cette solution favorise les mouvements ascendants du bain de zinc dans le chenal, ce qui aide à la mise en levitation du bain au voisinage de la fente. La demande de brevet français FR 99 11259 décrit une telle installation de galvanisation.

Dans ce type d'installation, il faut que les inducteurs imposent au bain liquide à l'intérieur du chenal un champ électromagnétique d'intensité élevée (environ 0,3 T pour une installation de configuration habituelle, environ 0,1 T pour une installation où le chenal est plus large que les inducteurs), afin d'assurer une bonne étanchéité du mini-creuset dans sa partie inférieure. Les champs magnétiques créés par chaque inducteur agissent également sur la bande en défilement. Si la bande est bien centrée dans le chenal par ses moyens de mise en défilement, et si les champs magnétiques générés par chaque inducteur sont d'intensités rigoureusement égales, l'installation fonctionne correctement. En revanche, si ces conditions ne sont pas satisfaites, les forces électromagnétiques agissant sur la bande ne s'annulent plus mutuellement, et la bande tend à être attirée préférentiellement vers l'une ou l'autre des grandes parois du chenal. A titre d'exemple, si une bande de 1 m de large est déportée de 3 mm en direction d'un inducteur créant un champ de 0,3 T, la force attirant la bande vers cet inducteur est de l'ordre de 125 kgf. La force de traction exercée sur la bande par les organes assurant son défilement et son centrage n'est alors généralement plus suffisante pour compenser cette attraction. Et s'il en résulte un contact durable entre la bande et la paroi, il y a un risque sérieux d'apparition de défauts, tels que des rayures, sur la surface de la bande. Egalement, ce contact perturbe gravement les conditions d'initiation du dépôt de zinc sur la face de la bande concernée, et peut conduire à des irrégularités et à des asymétries dans l'épaisseur du dépôt de zinc. Bien entendu, ce problème se pose sur toute installation de revêtement au trempé de bandes métalliques sensibles aux champs magnétiques construite selon ce type, et pas seulement dans le cas spécifique de la galvanisation de bandes d'acier.

Le but de l'invention est de proposer une configuration de l'installation de revêtement permettant d'éviter de tels contacts entre la bande et les parois de la fente.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de revêtement au trempé de bandes métalliques en défilement ascendant par une couche d'un métal initialement à l'état liquide, du type comportant un mini-creuset, pourvu de moyens de chauffage, renfermant ledit métal liquide, ledit mini-creuset étant composé d'un bac et d'un chenal de largeur intérieure « l_c » connecté au fond du bac, le fond dudit chenal étant muni d'une fente de

dimensions légèrement supérieures à la largeur « l » et à l'épaisseur « e » de la bande à revêtir, ledit chenal étant pourvu de moyens de mise en lévitation du métal liquide empêchant sa fuite à travers la fente, caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par des moyens d'injection dudit métal liquide dans le chenal sur la périphérie de ladite fente et selon une direction ascendante.

Selon une forme de l'invention, lesdits moyens d'injection comportent des conduites connectées à un réservoir renfermant le métal liquide et des moyens de mise en mouvement dudit métal liquide à l'intérieur de ces conduites. Ledit réservoir renfermant le métal liquide est, préférentiellement, le bac lui-même.

10 Comme on l'aura compris, l'invention consiste à réaliser une injection ascendante de métal liquide à la périphérie de la fente par laquelle la bande pénètre dans le chenal. Cette injection ascendante, si elle est réalisée avec une impulsion suffisante, met en lévitation l'alliage de métal liquide dans la région de la fente, au point qu'il est souvent possible de rendre superflue l'utilisation d'inducteurs à champ glissant à ce niveau, ce qui supprime totalement le problème que l'on cherchait à résoudre.

15 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, donnée en référence aux figures annexées suivantes :

- la figure 1 qui montre, vue en coupe de côté selon Ia-Ia (figure 1a) et de face selon Ib-Ib (figure 1b) une installation de revêtement de bandes métalliques selon l'invention ;
- la figure 2 qui montre partiellement, vue en coupe, une variante de cette installation.

20 L'exemple décrit se réfère à la galvanisation des bandes d'acier. Il est entendu que dans la description qui suit, le terme « zinc » s'applique tout aussi bien non seulement au zinc pur, mais à un alliage à base de zinc de composition quelconque, l'invention en elle-même étant indépendante de la composition du bain de revêtement.

25 L'installation selon l'invention représentée sur la figure 1 comporte un mini-creuset 1, composé lui-même de deux parties raccordées l'une à l'autre. Sa partie supérieure 2 (qu'on désignera dans la suite de la description par le terme « bac ») est un récipient parallélépipédique chauffé, par exemple par induction au moyen d'une bobine 3 qui l'entoure, de manière à maintenir à l'état liquide le bain de zinc 4 contenu dans le mini-creuset 1. Sa partie inférieure 5 (qu'on désignera dans la suite de la description par le terme « chenal ») est raccordée au fond 6 du bac 2, et c'est par l'extrémité inférieure de ce chenal 5 que la bande 7 à galvaniser pénètre à travers une fente 8 dans le mini-creuset 1, selon une direction verticale ascendante. La section transversale interne du chenal 5 a des dimensions « l_c », « e_c » qui (dans l'installation représentée) excèdent de peu respectivement la largeur « l » et l'épaisseur « e » de la bande 7. La hauteur totale « H » de bain liquide 4 présente dans le mini-creuset 1 est adaptée au dépôt sur les deux faces de la bande 7 d'une couche de zinc 9 ayant l'épaisseur recherchée, compte tenu des différents autres paramètres

opératoires tels que la vitesse de défilement de la bande 7, qui déterminent le temps de séjour de la bande 7 dans le mini-creuset 1.

Normalement, la bande 7 doit suivre un parcours rectiligne à l'intérieur du chenal 5, et donc être en permanence à l'écart des grandes parois 10, 10' du chenal 5. Il faut éviter 5 que la bande 7 soit attirée vers l'une desdites grandes parois 13, 13' et vienne frotter contre elle sur une partie au moins de la hauteur du chenal 5, en particulier au niveau de la fente 8, au risque de provoquer les défauts dont on a précédemment parlé. Comme on l'a dit, dans les installations de l'art antérieur, une telle attirance peut être provoquée par un défaut de 10 centrage de la bande 7, qui introduit une dissymétrie dans les actions des inducteurs qui assurent la mise en lévitation du bain liquide 4.

Selon l'invention, cette mise en lévitation n'est plus assurée (ou, au moins, pour 15 l'essentiel) par des inducteurs placés face à la fente 8, mais par une injection de zinc liquide 4 à la partie inférieure du chenal 5 selon une direction ascendante, réalisée le long des grands côtés de la fente 8. Cette injection est réalisée avec une impulsion suffisante pour faire plus que compenser la pression hydrostatique régnant dans le bain liquide au niveau de 20 la fente 8 (donc éviter les fuites de zinc liquide 4 à travers la fente 8), et provoquer ainsi une circulation ascendante du zinc liquide 4 à l'intérieur du chenal 5, le long des grandes faces de la bande 7 à revêtir. Le zinc liquide ainsi injecté, lorsqu'il parvient à l'extrémité supérieure du chenal 5, passe dans le bac 2.

Le zinc liquide 4 peut provenir d'un réservoir indépendant de l'installation de revêtement. Toutefois, il est avantageux de réaliser une circulation du zinc liquide 4 en circuit fermé, le zinc liquide 4 étant prélevé dans le bac 2. Dans l'exemple représenté, le zinc liquide 4 s'écoule hors du bac 2 par deux fentes 11, 11' ménagées dans le fond 6 du bac 2, parallèlement aux côtés du bac 2 qui font face à la bande 7. Ces fentes 11, 11' débouchent 25 chacune dans une conduite 12, 12' qui est d'abord verticale, puis est oblique ascendante de manière à déboucher dans l'extrémité inférieure du chenal 5, au niveau de la fente 8 par laquelle la bande 7 pénètre dans le chenal 5. A l'intérieur de la conduite 12, 12' le zinc 5 est accéléré sous l'effet de son propre poids (dans la partie verticale de la conduite 12, 12'), et aussi par un dispositif tel qu'une pompe ou, comme représenté, par un inducteur à champ 30 glissant 13, 13' agissant comme une pompe magnétohydrodynamique. Les inducteurs à champ glissant sont plus avantageux que les pompes classiques, notamment en ce qu'il leur est plus facile d'exercer des forces homogènes sur l'ensemble de la largeur des conduites 12, 12', qui peut aller jusqu'à 2 m pour les installations devant traiter des bandes 7 de grande largeur. Cette homogénéité des forces est importante pour l'obtention, au niveau de 35 la fente 8, d'un jet de zinc liquide 4 présentant une vitesse uniforme sur toute sa largeur. Il va de soi qu'on peut disposer plusieurs inducteurs similaires au voisinage de chaque conduite 12, 12' pour plus d'efficacité, en particulier au voisinage de sa partie oblique ascendante 14, 14' de manière à au moins compenser l'effet de la pesanteur qui, ici, tend à ralentir le zinc liquide 4. Sous l'effet de l'impulsion du zinc liquide 4 sortant des conduites

12, 12', la fuite du zinc liquide 4 hors du chenal 5 par la fente 8 est empêchée, sans qu'il soit nécessaire de disposer des inducteurs à champ glissant servant de vannes électromagnétiques au voisinage de la fente 8. Pour plus de sécurité, on peut éventuellement prévoir d'installer de tels inducteurs à cet endroit, mais il n'est pas utile qu'ils soient aussi puissants que ce que nécessitaient les installations de l'art antérieur où on n'injectait pas de zinc liquide par l'extrémité inférieure du chenal. On peut, ici, se limiter à des inducteurs d'une puissance de 0.05 T environ. En l'absence d'inducteurs puissants au voisinage de la fente 8, le centrage de la bande 7 à son passage dans la fente 8 et dans le restant du chenal 5 est plus facile à assurer que dans les installations de l'art antérieur, et peut l'être uniquement 10 à l'aide des moyens de mise en défilement de la bande 7.

La circulation du zinc liquide 4 entre le chenal 5 et le bac 2 est, de préférence, assistée par des inducteurs à champ glissant 15, 15' disposés le long des grands côtés du chenal 5, face à la bande 7. Dans l'exemple représenté, où le chenal 5 a une largeur « l_c » qui n'est que de peu supérieure à la largeur « l » de la bande 7, les inducteurs 15, 15' ont 15 une largeur « l_i » légèrement supérieure à « l_c ». Si on se trouve dans la configuration décrite dans la demande FR 99 11259 où le chenal 5 est notablement plus large que la bande 7 de manière à autoriser la présence de courants de recirculation au sein du zinc liquide 4 présent dans le chenal 5, on peut conférer aux inducteurs 15, 15' une largeur « l_i » inférieure à celle du chenal 5.

Si nécessaire, on peut prévoir des moyens de chauffage (par exemple par induction) du zinc liquide 4 présent dans les conduites 12, 12', ou des parois de ces conduites 12, 12'. On limite ainsi les risques de figeage du zinc liquide 4 à l'intérieur des conduites 12, 12', tout en assurant que le zinc liquide 4 présent dans le chenal 5 a une température adéquate pour l'opération de galvanisation.

De manière générale, on a intérêt à ce que les fentes 11, 11' par lesquelles le zinc liquide 4 est prélevé dans le bac 2 soient éloignées le plus possible de l'extrémité supérieure du chenal 5, de manière à ce que, entre son entrée et sa sortie du bac 2, le zinc liquide ait le plus de possibilités de se débarrasser des impuretés (mattes) qui ont pu se former en son sein, au contact de la bande 7. Il faut, en effet, supprimer les mattes débiles. Selon leur 30 densité, ces mattes décantent vers le fond du bac 2 ou vers la surface du bain de zinc liquide 4. Cette décantation est favorisée si on augmente le temps de séjour dans le bac 2 du zinc liquide 4 en circulation. A cet effet, on peut installer des barrages 16, 16' sur le fond 6 du bac 2 devant les fentes 11, 11', de manière à empêcher le zinc liquide 4 de passer trop rapidement du chenal 5 aux conduites 12, 12'. De même, on peut installer des filtres ou des 35 récipients de décantation sur les conduites 12, 12', de manière à débarrasser le zinc liquide 4 envoyé à la base du chenal 5 des mattes qu'il peut contenir.

Dans l'exemple représenté, la partie inférieure du mini-creuset 1 est constituée par une pièce (ou un assemblage de pièces) 17 fixée au fond du bac 2, et à l'intérieur de laquelle sont définis le chenal 5, les conduites 12, 12' avec leurs parties obliques ascendantes 14,

14', les logements des inducteurs 15, 15' assistant l'ascension du zinc liquide 4 dans le chenal 5, etc. Il est, bien entendu, possible d'apporter des modifications à cette configuration, notamment de prévoir des conduites 12, 12' totalement indépendantes de la ou des pièces qui définissent le chenal 5.

5 A titre d'exemple, si la distance entre la bande 7 et les bords de la fente 8 est de 10 mm, si la hauteur H de zinc liquide 4 à soutenir est de 0,5 m (ce qui représente une masse de zinc liquide 4 à soutenir de 32,5 kg par mètre de largeur de bande 7) et si les conduites 12, 12' ont une épaisseur de 10 mm, il faut conférer au zinc liquide 4 à sa sortie des parties obliques ascendantes 14, 14' des conduites 12, 12' une vitesse de 0,7 m/s. Les pompes 10 magnétohydrodynamiques formées par les inducteurs 13, 13', conjuguées aux autres caractéristiques géométriques de l'installation, permettent d'arriver sans difficultés particulières à un tel résultat.

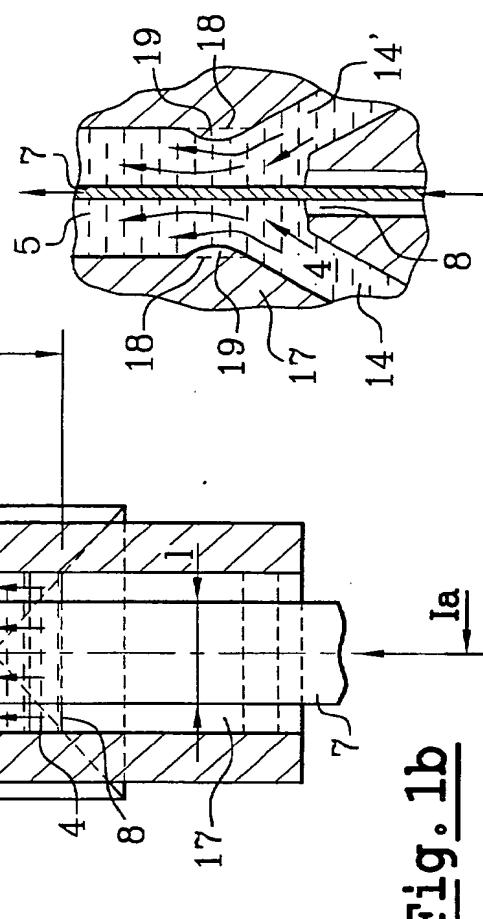
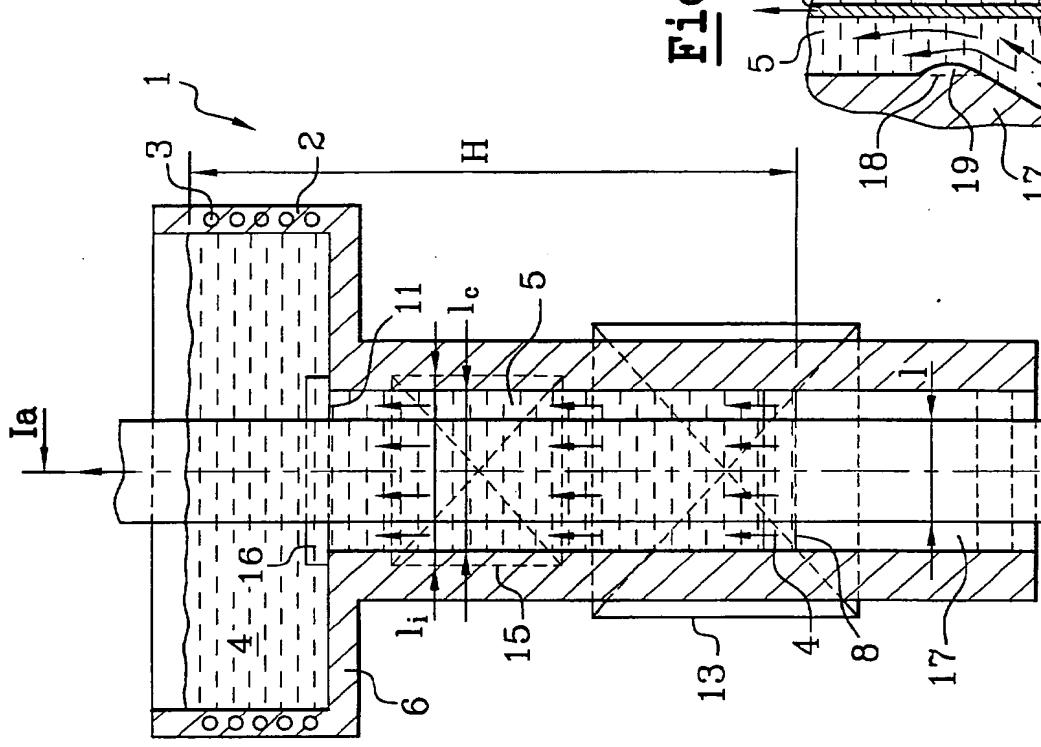
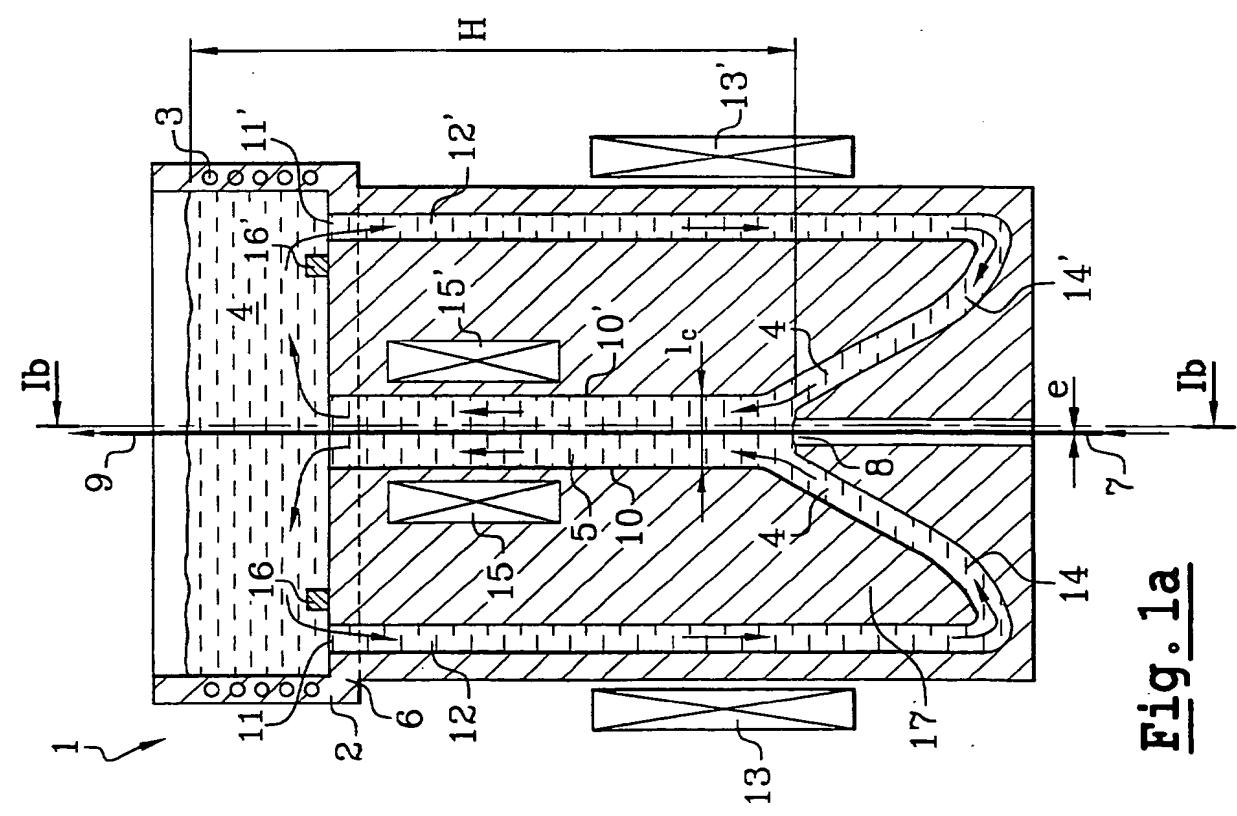
Dans la variante représentée sur la figure 2, au lieu de prévoir, dans la partie inférieure du chenal 5, des parois parfaitement rectilignes jusqu'à leurs raccordements avec 15 les parties obliques ascendantes 14, 14' des conduites 12, 12' (voir figure 1a et lignes en pointillés 18, 18' de la figure 2), on y ménage des renflements 19, 19'. Ceux-ci rétrécissent localement l'espace défini par le parois du chenal 5 et la bande 7 aux lieux desdits raccordement, puis augmentent progressivement la largeur de cet espace au fur et à mesure que l'on s'élève dans le chenal 5, jusqu'à lui faire atteindre sa valeur nominale. On obtient 20 ainsi une configuration de cet espace en forme de convergent-divergent, qui garantit un remplissage total et permanent de cet espace, condition qui aide à la réalisation d'un écoulement piston régulier du zinc liquide 4 dans le chenal 5. Ce type d'écoulement est le plus favorable à l'obtention d'un dépôt de zinc 9 de bonne qualité sur la bande 7.

Comme on l'a dit, l'installation selon l'invention peut être utilisée non seulement 25 pour la galvanisation de bandes d'acier, mais pour le revêtement au trempé de bandes métalliques de compositions diverses par différents métaux initialement à l'état liquide.

REVENDICATIONS

- 1) Dispositif de revêtement au trempé de bandes métalliques (7) en défilement ascendant par une couche (9) d'un métal (4) initialement à l'état liquide, du type 5 comportant un mini-creuset (1), pourvu de moyens de chauffage (3), renfermant ledit métal liquide (4), ledit mini-creuset (1) étant composé d'un bac (2) et d'un chenal (5) de largeur intérieure (l_c) connecté au fond (6) du bac (2), le fond dudit chenal (5) étant muni d'une fente (8) de dimensions légèrement supérieures à la largeur (l) et à l'épaisseur (e) de la bande (7) à revêtir, ledit chenal (5) étant pourvu de moyens de mise en lévitation du métal liquide (4) empêchant sa fuite à travers la fente (8), caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par des moyens d'injection dudit métal liquide (4) dans le chenal (5) sur la périphérie de ladite fente (8) et selon une direction ascendante.
- 10 2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'injection comportent des conduites (12, 14, 12', 14') connectées à un réservoir renfermant le métal liquide (4) et des moyens de mise en mouvement dudit métal liquide à 15 l'intérieur de ces conduites.
- 15 3) Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de mise en mouvement du métal liquide (4) à l'intérieur des conduites (12, 14, 12', 14') sont des inducteurs à champ glissant (13, 13').
- 20 4) Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que ledit réservoir renfermant le métal liquide est le bac (2) lui-même.
- 25 5) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte des inducteurs à champ glissant (15, 15') disposés le long des parois du chenal (5).
- 6) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce qu'il comporte 25 des inducteurs à champ glissant contribuant à la mise en lévitation du métal liquide (4) au niveau de la fente (8).
- 30 7) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte des renflements (19, 19') sur les parois de la partie inférieure du chenal (5), de manière à rétrécir localement l'espace défini par les parois du chenal (5) et la bande (7) aux lieux d'injection du métal liquide (4) dans le chenal (5), et à augmenter progressivement la largeur de cet espace jusqu'à sa valeur nominale.

1/1

Fig. 2Fig. 1bFig. 1a

2804443

N° d'enregistrement
nationalFA 583577
FR 0001074
**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 850 869 A (FRITZ-PETER PLESCHIUTSCHNIGG) 22 décembre 1998 (1998-12-22) ---		C23C2/40 C23C2/06
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 07, 31 mars 1998 (1998-03-31) & JP 01 158593 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 21 juin 1989 (1989-06-21) * abrégé * -----		
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.Cl.7)			
C23C			
		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
		22 septembre 2000	Elsen, D
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non écrite P : document intercalaire			